

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-007915

(43)Date of publication of application : 12.01.1996

(51)Int.Cl.

H01M 8/24

(21)Application number : 06-164543

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 22.06.1994

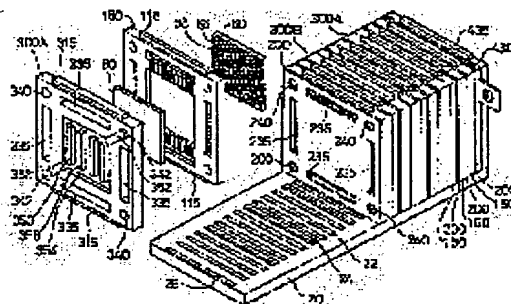
(72)Inventor : GOTO SHOGO

## (54) FUEL CELL AND MANUFACTURE OF FUEL CELL

(57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a fuel cell which is small and simple of structure besides easy of incorporation.

**CONSTITUTION:** A rack 20 is made as a plate-shaped member out of thermosetting resin low in crystallization degree, and at one side are made a plurality of engaging holes 22, etc., which can receive the projection 115, etc., made on an electrolytic film member 150, etc. A fuel battery is completed by setting the projections 115, etc., of the electrolytic film member 150., etc. into the engaging holes 22, etc., of the rack 20 made this way, and stacking them, and attaching another rack 20 from above in the figure, and then, adding heat to the racks 20 so as to increase the degree of crystallization. If the degree of crystallization of the rack 20 is increased, the rack 20 shrinks, and the interval between each engaging hole 22 and the next becomes small, and pressure working in the direction of stacking is added to the stack. As a result, the stack can be pressed without providing a special press member, and the fuel cell can be downsized.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-7915

(43) 公開日 平成8年(1996)1月12日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

H 0 1 M 8/24

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

T 9444-4K

E 9444-4K

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平6-164543

(22) 出願日 平成6年(1994)6月22日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(72) 発明者 後藤 莊吾

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

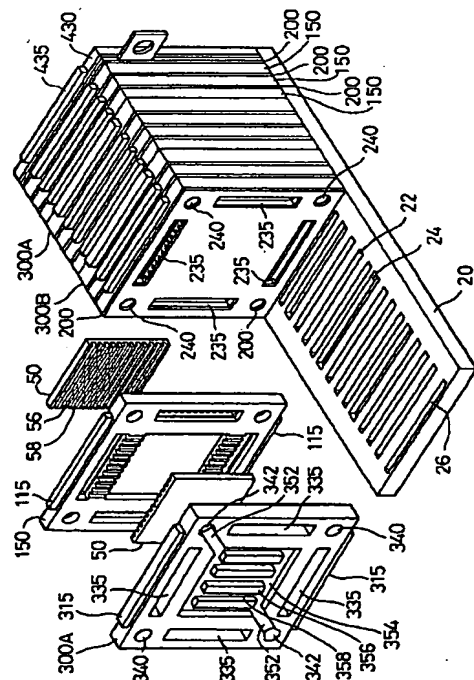
(74) 代理人 弁理士 下出 隆史 (外1名)

(54) 【発明の名称】 燃料電池および燃料電池の製造方法

(57) 【要約】

【目的】 小型で、構造が簡易で、かつ組み付けが容易な燃料電池とする。

【構成】 ラック20は、低結晶化度の熱硬化性樹脂により板状部材として形成されており、その一面には、電解質膜部材150に形成された凸部115等を嵌合可能な複数の嵌合穴22等が形成されている。燃料電池は、こうして形成されたラック20の嵌合穴22等に電解質膜部材150の凸部115等を嵌め込んで積層し、もう1つのラック20を図中上部から取り付けた後、ラック20に熱を加え、結晶化度を増加させて完成する。ラック20の結晶化度を増加させると、ラック20が収縮して各嵌合穴22の間隔が小さくなり、積層体には、積層方向に作用する圧力が加えられる。この結果、特別な加圧手段を設けることなく積層体を加圧することができ、燃料電池を小型化することができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単電池または単電池を複数積層した電池モジュールを複数積層してなる積層体を有する燃料電池であって、  
該積層体の積層方向に沿った側面に配置される側部材を備え、  
前記単電池または前記電池モジュールの前記側部材に接触する側部に係合部を設けると共に、  
前記側部材の前記積層体に接触する面に、前記係合部と係合可能な被係合部を複数設け、  
該被係合部に前記単電池または前記電池モジュールに設けられた前記係合部を係合させて積層してなる燃料電池。

【請求項 2】 前記側部材の隣接する被係合部を、該被係合部に係合される前記積層体の隣接する係合部の間隔より小さくして形成し、該側部材または／および該積層体の弾性により該隣接する被係合部に該隣接する係合部を係合させてなる請求項 1 記載の燃料電池。

【請求項 3】 請求項 1 記載の燃料電池であって、  
前記側部材は、  
前記隣接する被係合部を前記隣接する係合部の間隔以上として形成し、  
かつ、前記隣接する被係合部に前記隣接する係合部を係合させて前記積層体を形成した後に、該側部材を所定条件下で非可逆的に収縮させて該隣接する被係合部の間隔を該隣接する係合部の間隔以下に形成してなる燃料電池。

【請求項 4】 前記積層体と前記側部材とで該積層体の積層方向に沿った燃料または／および冷却媒体の給排通路をなす連通孔を形成してなる請求項 1 ないし 3 記載の燃料電池。

【請求項 5】 単電池または単電池を複数積層した電池モジュールを側部材に複数積層してなる燃料電池の製造方法であって、  
前記単電池または前記電池モジュールの前記側部材に接触する側部に係合部を形成する係合部形成工程と、  
前記側部材の前記単電池または前記電池モジュールに接触する面に前記係合部と係合可能な被係合部を複数形成する被係合部形成工程と、  
前記被係合部に前記単電池または前記電池モジュールに設けられた前記係合部を係合させて前記側部材に該単電池または該電池モジュールを積層する積層工程とを有する燃料電池の製造方法。

【請求項 6】 請求項 5 記載の燃料電池の製造方法であって、  
前記被係合部形成工程は、隣接する被係合部を、前記単電池または前記電池モジュールを積層して積層体とした際に該積層体に形成される係合部のうち該隣接する被係合部に係合される隣接する係合部の間隔以上に形成する工程であり、

前記積層工程の後に、前記隣接する被係合部の間隔を、前記係合部の間隔以下に収縮させる収縮工程を有する燃料電池の製造方法。

【請求項 7】 前記被係合部形成工程は、前記側部材を低結晶化度の熱硬化性樹脂により形成する工程であり、  
前記収縮工程は、前記側部材を加熱して結晶化度を増加する工程である請求項 6 記載の燃料電池の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、燃料電池および燃料電池の製造方法に関し、詳しくは単電池または単電池を複数積層した電池モジュールを複数積層してなる燃料電池およびこの燃料電池の製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、この種の燃料電池としては、仮の治具を用いて比較的単電池数の少ない積層体を形成し、この積層体を更に複数積層し締付部材で締め付けた後に仮の治具を取り外してなる燃料電池（例えば、特開昭 61-121267 号公報等）や、積層体を構成する単電池の積層面に作用する面圧を調整可能な治具を用いて比較的単電池数の少ない積層体を形成し、この積層体を更に複数積層してなる燃料電池（例えば、特開昭 61-148770 号公報等）が提案されている。これらの燃料電池において比較的単電池数の少ない積層体を形成し更にこの積層体を積層するのは、一度に多くの単電池を積層すると単電池の形状誤差や積層時のずれ等により積層の精度が低下するからであり、高い精度の積層が可能な比較的単電池数の少ない積層体を形成し、この積層体を更に積層することで燃料電池の内部抵抗を小さくするためである。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の仮の治具を用いる燃料電池では、積層体を積層し締付部材で締め付けた後に仮の治具を取り外さなければならず、燃料電池の組付工程が複雑になるという問題があった。また、単電池の積層面に作用する面圧を調整可能な治具を用いる燃料電池では、治具を取り外す工程はないが、比較的単電池数の少ない積層体毎に単電池の積層面に作用する面圧を調整する必要があると共に、その構造が複雑になるという問題があった。

【0004】また、これらの燃料電池では、締付部材が占めるスペースや面圧調整用の治具を設置するスペースが必要なため、燃料電池が全体として大型化するという問題もあった。

【0005】本発明の燃料電池および燃料電池の製造方法は、こうした問題を解決し、小型で、構造が簡易で、かつ組み付けが容易なものとするを目的とし、次の構成を採った。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の燃料電池は、単

電池または単電池を複数積層した電池モジュールを複数積層してなる積層体を有する燃料電池であって、該積層体の積層方向に沿った側面に配置される側部材を備え、前記単電池または前記電池モジュールの前記側部材に接触する側部に係合部を設けると共に、前記側部材の前記積層体に接触する面に、前記係合部と係合可能な被係合部を複数設け、該被係合部に前記単電池または前記電池モジュールに設けられた前記係合部を係合させて積層してなることを要旨とする。

【0007】ここで、前記燃料電池において、前記側部材の隣接する被係合部を、該被係合部に係合される前記積層体の隣接する係合部の間隔より小さくして形成し、該側部材または／および該積層体の弾性により該隣接する被係合部に該隣接する係合部を係合させてなる構成とすることもできる。また、前期燃料電池において、前記側部材は、前記隣接する被係合部を前記隣接する係合部の間隔以上として形成し、かつ、前記隣接する被係合部に前記隣接する係合部を係合させて前記積層体を形成した後に、該側部材を所定条件下で非可逆的に収縮させて該隣接する被係合部の間隔を該隣接する係合部の間隔以下に形成してなる構成とすることもできる。これらの燃料電池では、前記積層体と前記側部材とで該積層体の積層方向に沿った燃料または／および冷却媒体の給排通路をなす連通孔を形成してなる構成とすることもできる。

【0008】本発明の燃料電池の製造方法は、単電池または単電池を複数積層した電池モジュールを側部材に複数積層してなる燃料電池の製造方法であって、前記単電池または前記電池モジュールの前記側部材に接触する側部に係合部を形成する係合部形成工程と、前記側部材の前記単電池または前記電池モジュールに接触する面に前記係合部と係合可能な被係合部を複数形成する被係合部形成工程と、前記被係合部に前記単電池または前記電池モジュールに設けられた前記係合部を係合させて前記側部材に該単電池または該電池モジュールを積層する積層工程とを有することを要旨とする。

【0009】ここで、前記燃料電池の製造方法において、前記被係合部形成工程は、隣接する被係合部を、前記単電池または前記電池モジュールを積層して積層体とした際に該積層体に形成される係合部のうち該隣接する被係合部に係合される隣接する係合部の間隔以上に形成する工程であり、前記積層工程の後に、前記隣接する被係合部の間隔を、前記係合部の間隔以下に収縮させる収縮工程を有する構成とすることもできる。この構成とした燃料電池の製造方法では、前記被係合部形成工程は、前記側部材を低結晶化度の熱硬化性樹脂により形成する工程であり、前記収縮工程は、前記側部材を加熱して結晶化度を増加する工程である構成とすることもできる。

【0010】

【作用】以上のように構成された本発明の燃料電池は、側部材に設けられた被係合部に単電池または電池モジュ

ールに設けられた係合部を係合させて単電池または電池モジュールを積層する。このため、単電池または電池モジュールの積層が容易となり、多数の単電池または電池モジュールを積層しても精度の高い積層が可能となる。

【0011】請求項2および3記載の燃料電池は、側部材に形成された被係合部が、単電池または電池モジュールの係合部を介して積層体に積層方向に作用する圧力を加える。この結果、単電池間または電池モジュール間の接触が密となり、燃料電池の内部抵抗が小さくなる。なお、請求項3記載の燃料電池における「非可逆的」には、完全に可逆的なもの以外の総てが含まれる。即ち、所定条件下で収縮した後に、収縮前の形状の方向に形状が変化しても、収縮前の形状に比して収縮していれば「非可逆的」に該当する。

【0012】請求項4記載の前記燃料電池は、積層体と側部材が、積層体の積層方向に沿った連通孔を形成する。この連通孔は、燃料ガスまたは酸化ガスあるいは冷却媒体等の流路として用いられる。

【0013】本発明の燃料電池の製造方法は、係合部形成工程で単電池または電池モジュールの側部材に接触する側部に係合部を形成し、被係合部形成工程で側部材の単電池または電池モジュールに接触する面に係合部と係合可能な被係合部を複数形成する。その後、積層工程では、こうして形成された側部材の被係合部に単電池または電池モジュールに設けられた係合部を係合させて、側部材に単電池または電池モジュールを積層し、燃料電池を得る。即ちこの製造方法によれば、単電池または電池モジュールを容易に積層することができる。この燃料電池の製造方法における係合部形成工程と被係合部形成工程とは順不同であり、係合部形成工程の後に被係合部形成工程を行なう燃料電池の製造方法を意味する他、被係合部形成工程の後に係合部形成工程を行なう燃料電池の製造方法、あるいは係合部形成工程と被係合部形成工程とを並行して行なう燃料電池の製造方法も含まれる。

【0014】請求項6および7記載の燃料電池の製造方法は、被係合部形成工程で、隣接する被係合部を、単電池または電池モジュールを積層して積層体とした際に積層体に形成される係合部のうち隣接する被係合部に係合される隣接する係合部の間隔以上に形成し、積層工程の後に、収縮工程で、隣接する被係合部の間隔を、係合部の間隔以下にする。この結果、側部材に形成された被係合部により係合部を介して積層体に積層方向に作用する圧力が加わり、単電池間または電池モジュール間の接触が密となり、燃料電池の内部抵抗が小さくなる。

【0015】

【実施例】以上説明した本発明の構成・作用を一層明らかにするために、以下本発明の好適な実施例について説明する。図1は本発明の好適な一実施例としての燃料電池10の外観を例示する斜視図、図2は燃料電池10の構造を例示する説明図、図3は燃料電池10を構成する

電解質膜部材150の外観斜視図、図4は燃料電池10の断面の一部を拡大して示す拡大断面図である。

【0016】図1に示すように、燃料電池10は、電解質膜部材150とセパレータ200と冷却部材300Aおよび300Bとを積層してなる積層体15と、積層体15の両積層端に配置される2つのターミナル410と、ターミナル410の外側に配置される2つの絶縁プレート420と、絶縁プレート420のさらに外側に配置される2つのエンドプレート430と、積層体15を積層方向に沿った側面から挟持する2つのラック20とから構成される。

【0017】積層体15は、図2に示すように、電解質膜部材150と2つの集電極50と2つのセパレータ200とからなる単電池と、冷却部材300Aまたは300Bとを3対1の割合で積層したものである。電解質膜部材150は、図3および図4に示すように、電解質膜30と、2つの電極40と、フレーム100Aおよび100Bとから構成され、電解質膜30の外縁部をフレーム100Aおよび100Bで挟持した状態で接着剤180により接着されて一体となっている。また、電解質膜30の両側には、電極40が配置されてサンドイッチ構造となっている。

【0018】電解質膜30は、高分子材料、例えば、フッ素系樹脂により形成された厚さ100 $\mu$ mないし200 $\mu$ mのイオン交換膜であり、湿潤状態で良好な電気伝導性を示す。2つの電極40は、共に炭素繊維からなる糸で織成したカーボクロスにより形成されており、このカーボクロスには、触媒としての白金または白金と他の金属からなる合金等を担持したカーボン粉がクロスの電解質膜30側の表面および隙間に練り込まれている。この電解質膜30と2つの電極40は、2つの電極40が電解質膜30を挟んでサンドイッチ構造とした状態で、100℃ないし160℃好ましくは120℃ないし155℃の温度で、1MPa {10.2kgf/cm<sup>2</sup>}ないし10MPa {102kgf/cm<sup>2</sup>}好ましくは3MPa {31kgf/cm<sup>2</sup>}ないし7MPa {71kgf/cm<sup>2</sup>}の圧力を作用させて接合するホットプレス法により接合されている。なお、実施例では、2つの電極40をカーボクロスにより形成したが、炭素繊維からなるカーボンペーパーまたはカーボンフェルトにより形成する構成も好適である。

【0019】フレーム100Aは、樹脂（例えば、フェノール樹脂、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリアミド等）により形成されている。図3に示すように、フレーム100Aは正方形の薄板状部材として形成されており、フレーム100Aの中央には、電解質膜30および電極40等により形成される発電層を配置する正方形の孔（発電孔）110が形成されている。また、フレーム100Aの四隅には、積層体15を形成した際に積層体15を積層方向に貫通する二対の冷却媒体流路

14Aおよび14Bをなす円形の孔（冷却孔）140が形成されている。フレーム100Aの四隅に形成された各冷却孔140の相互間には、積層体15を積層方向に貫通する燃料ガス流路12Aおよび燃料ガス流路12Bをなす矩形の燃料孔120および130が形成されている。この燃料孔120と130は、同一形状で各辺に対する配置も同じである。また、発電孔110と燃料孔120との間には、燃料孔130の長手方向に沿って平行に配置された溝128が形成されている。この溝128は、積層体15が組み付けられたときに燃料孔120と発電孔110とを連絡する酸化ガスまたは燃料ガスの通路となる。燃料孔120の長手方向に沿ったフレーム100Aの外縁部の端面には、フレーム100Aから突き出すようにフレーム100Aの厚みより薄い板状の凸部112が形成されている。

【0020】フレーム100Bは、フレーム100Aと同一の材料により形成されており、凸部112を除いて同一の形状をしている。このため、凸部112を除くフレーム100Bの各部については、フレーム100Aと同一の符号を付し、その説明を省略する。フレーム100Bの燃料孔130の長手方向に沿った外縁部の端面には、フレーム100Aの凸部112と同一形状の凸部114が形成されている。

【0021】こうして形成されたフレーム100Aと100Bは、各フレームに形成された溝128が外側を向き、フレームの外縁部の端面に形成された薄板状の凸部112と凸部114とが整合するように向き合わせ、各フレームの発電孔110の周縁部で電解質膜30の外縁部を挟持した状態で接着剤180により接着されて電解質膜部材150となる。図示するように、各フレームに形成された溝128は、外側を向き直交する配置となっている。また、フレーム100Aの凸部112とフレーム100Bの凸部114は、一体となって電解質膜部材150の凸部115を形成する。各フレームの燃料孔120と130は、向かい合う2組の燃料孔135Aおよび135Bを形成する。なお、実施例では、接着剤180としては、電解質膜30およびフレーム100Aおよび100Bとの接着性および耐久性に優れたエポキシ系の接着剤を用いた。接着剤180としては、エポキシ系の接着剤の他に、シリコン系の接着剤等を用いるのも好適である。

【0022】集電極50は、多孔質でガス透過性を有する気孔率が40%ないし80%のポーラスカーボンにより形成されている。図2に示すように、集電極50は、正方形の板状部材で、電解質膜部材150の発電孔110に丁度嵌合するよう形成されており、その一面には、平行に配置された複数のリブ56が形成されている。このリブ56は、電解質膜部材150の電極40の表面と酸化ガスまたは燃料ガスの通路をなすガス通路58を形成する。

【0023】セパレータ200は、カーボンを圧縮してガス不透過としたガス不透過カーボンにより形成されており、電解質膜30と2つの電極40と2つの集電極50とにより構成される単電池の隔壁をなす。図2に示すように、セパレータ200は、正方形の板状部材として形成されており、その四隅には、電解質膜部材150の四隅に設けられた冷却孔140と同一の位置に同一の孔（冷却孔）240が形成されている。この冷却孔240は、電解質膜部材150の冷却孔140と共に、積層体15を積層方向に貫通する冷却媒体流路14Aおよび14Bを形成する。また、各冷却孔240相互間には、電解質膜部材150に設けられた燃料孔135Aおよび135Bと同一の位置に同一の孔（燃料孔）235が形成されている。この燃料孔235も電解質膜部材150の燃料孔135Aおよび135Bと共に、積層体15を積層方向に貫通する燃料ガス流路12Aおよび燃料ガス流路12Bを形成する。

【0024】冷却部材300Aは、ガス不透過カーボンにより形成されている。冷却部材300Aは、図2に示すように、積層する面が正形状の板状部材として形成されており、積層する面の四隅には、電解質膜部材150の四隅に設けられた冷却孔140と同一の位置に同一の孔（冷却孔）340および342が形成されている。この冷却孔340および342も、電解質膜部材150の冷却孔140と共に積層体15を積層方向に貫通する冷却媒体流路14Aおよび14Bを形成する。また、冷却孔340と342の間には、電解質膜部材150に設けられた燃料孔135Aおよび135Bと同一の位置に同一の孔（燃料孔）335が形成されている。この燃料孔335も、電解質膜部材150の燃料孔135Aおよび135Bと共に積層体15を積層方向に貫通する燃料ガス流路12Aおよび燃料ガス流路12Bを形成する。

【0025】冷却部材300Aの電解質膜部材150の発電孔110に相当する位置には、他の表面より低い段差部354が形成されており、この段差部354には、複数の平行なリブ356が形成されている。このリブ356は、積層体15とされた際に、隣接するセパレータ200とで冷却媒体の通路358を形成する。また、この段差部354は、対角の位置に形成された2つの冷却孔342と2つの溝352で連絡されており、冷却部材300Aは、一方の冷却孔342から冷却媒体が段差部354に流入し、他方の冷却孔342から流出する構成となっている。なお、実施例では、段差部354に複数のリブ356を設けて冷却媒体の通路358を形成したが、2つの冷却孔342を葛折状等の溝で連絡して冷却媒体の通路を形成する構成も好適である。また、冷却部材300Aの図2中の上部と下部には、冷却部材300Aの厚みより薄い凸部315が形成されている。

【0026】冷却部材300Bは、2つの溝352の配置を除いて冷却部材300Aと同一の形状をしている。

図示しないが、冷却部材300Bは、冷却部材300Aでは段差部354と連絡されていない対角の位置にある2つの冷却孔340と段差部354とが2つの溝で連絡されている。

【0027】ターミナル410は、導電性材料（例えば、銅、白金メッキされた銅、アルミニウム等の金属）により形成されている。ターミナル410は、燃料電池10から電力を取り出す出力端子412を有する点を除いてセパレータ200と同一の形状に形成されている。絶縁プレート420は、絶縁性材料（例えば、フェノール樹脂やPPS等の樹脂等）により、セパレータ200と同一の形状に形成されている。

【0028】エンドプレート430は、剛性材料（例えば、フェノール樹脂やPPSあるいはFRP等の樹脂、ステンレス等の金属等）により形成されている。エンドプレート430は、図1および図2に示すように、正方形の板状部材として形成されており、四隅のうち対角の位置にない2つの隅には、電解質膜部材150の四隅に設けられた冷却孔140と同一の位置に同一の孔（冷却孔）434Aおよび434Bが形成されている。この冷却孔434A、434Bは、積層体15を積層方向に貫通する冷却媒体流路14Aまたは冷却媒体流路14Bの入口または出口をなす。また、エンドプレート430の冷却孔434Aが形成された辺であって他隅に冷却孔が形成されていない辺の中央部と、冷却孔434Aと434Bが形成された辺の対辺の中央部とには、冷却孔434Aおよび434Bと同一の孔（燃料孔）432Aおよび432Bが形成されている。この燃料孔432Aおよび432Bは、積層体15を積層方向に貫通する燃料ガス流路12Aまたは燃料ガス流路12Bの入口または出口をなす。また、図2に示すように、エンドプレート430の冷却孔434Aと434Bが形成された辺とその対辺の外縁部端面には、電解質膜部材150に形成された凸部115と同一形状の凸部435が形成されている。

【0029】なお、図1中の積層体15の両端に配置された2つのエンドプレート430は、積層体15の積層方向に沿った軸を回転軸として180度回転させて取り付けられる。即ち、図中左側のエンドプレート430は、冷却孔434Aおよび434Bが上部となり、燃料孔432Aが左側（出力端子412から遠方）となるように取り付けられ、図中右側のエンドプレート430は、冷却孔434Aおよび434Bが下部となり、燃料孔432Aが右側（出力端子412側）となるように取り付けられる。

【0030】ラック20は、熱硬化性樹脂（例えば、フェノール樹脂、ポリフェニレンサルファイド（PPS）、ポリアミド等）により形成されている。ラック20は、図2に示すように、長方形の板状部材として形成されている。ラック20の一方の面の長手方向の両端に

は、エンドプレート430に形成された凸部435を嵌合可能で両端に沿って細長い嵌合穴26が形成されている。両端の嵌合穴26の間には、嵌合穴26と平行に、電解質膜部材150に形成された凸部115を嵌合可能な複数の嵌合穴22と、冷却部材300Aおよび300Bに形成された凸部315を嵌合可能な複数の嵌合穴24と3対1の割合で形成されている。

【0031】次に、燃料電池10の製造の様子について、図5に例示した工程図に基づき説明する。まず、各種材料からラック20を除く各部材を上記説明した形状に形成する(工程1)。次に、電解質膜部材150等に形成された凸部115等を容易に嵌め込むことができ、かつ電解質膜部材150等を容易に積層することができるように嵌合穴22等の大きさおよび各嵌合穴22等の間隔を調整したラック20を低結晶化度の熱硬化性樹脂により形成する(工程2)。低結晶化度の熱硬化性樹脂によるラック20は、熱硬化性樹脂を射出成形する際に用いられるラック20の金型の温度を、十分な結晶化度が得られる場合に比して低い温度とすることにより得られる。例えば、ポリフェニレンサルファイド(PPS)を材料としてラック20を形成する場合は、PPSを250℃以上に加熱し、これを130℃以下(十分な結晶化度を得るには150℃)の温度に調整された金型を用いて射出成形すればよい。なお、ラック20を形成する射出成型時の熱硬化性樹脂の加熱温度と金型の温度は、樹脂により定まるものである。

【0032】次に、このラック20に形成された嵌合穴22、24、26に、電解質膜部材150の凸部115、冷却部材300Aおよび300Bの凸部315、エンドプレート430の凸部を嵌め込んでラック20に積層体15を形成し、もう一方のラック20を図2中上部から取り付けて燃料電池10を組み付ける(工程3)。このときラック20の端部からエンドプレート430、絶縁プレート420およびターミナル410を配置した後は、3つの単電池(セパレータ200、集電極50、電解質膜部材150、集電極50)、冷却部材300A、3つの単電池(セパレータ200、集電極50、電解質膜部材150、集電極50)、冷却部材300Bの順に積層する。集電極50は、電解質膜部材150の発電孔110に嵌合したとき、集電極50のガス通路58と電解質膜部材150の溝128とが平行になるように配置する。このように配置すると、電解質膜部材150を挟んで対峙する集電極50のリブ56は直行する。また、実施例では、電解質膜部材150とセパレータ200および電解質膜部材150と冷却部材300Aまたは300Bを弾性接着剤190で接着した。

【0033】弾性接着剤190には、シリコンRTVゴムやウレタンRTVゴム等(例えば、Three Bond社の液状ガスケット1211、コニシボンドのエポキシ樹脂に変性シリコンを加えたMOS7)が使用で

き、硬化後に、硬度が20ないし40、引張りせん断強度が800kPa{8.2Kgf/cm<sup>2</sup>}ないし10000kPa{102Kgf/cm<sup>2</sup>}、伸びが150%ないし300%程度の性状を示すのが好ましい。実施例では、Three Bond社の液状ガスケット1211を用いた。セパレータ200の弾性接着剤190を塗布する位置の一例を図6に示す。図示するように、弾性接着剤190は、セパレータ200の斜線のハッチの部分(図中上部と下部に位置する燃料孔235と集電極50と接触する位置との間および各孔の周辺以外の部分)に塗布する。冷却部材300Aおよび300Bの弾性接着剤190を塗布する位置も、セパレータ200の塗布する位置と同様である。

【0034】こうして燃料電池10を組み付けた後に、ラック20に熱を加えて結晶化度を増加させて(工程4)、燃料電池を完成する。ラック20の結晶化度を増加させると、熱硬化性樹脂は収縮するので、ラック20の各部の寸法が小さくなり、ラック20に形成された嵌合穴22等および嵌合穴22間も小さくなる。この嵌合穴22等の収縮によりラック20と電解質膜部材150、エンドプレート430、冷却部材300Aおよび300Bとの結合強度が増加し、隣接する嵌合穴22の間隔が小さくなることにより電解質膜部材150の凸部115等を介して積層体15に積層方向の圧力が加えられる。結晶化度の増加は、例えば低結晶化度のPPSでラック20を形成した場合は、ラック20を180℃ないし270℃好ましくは200℃ないし240℃で1時間ないし5時間好ましくは2時間ないし4時間加熱することにより行なわれる。

【0035】ラック20の結晶化度が増加してラック20が収縮する様子を図7に示す。図7(a)は低結晶化度のときのラック20に電解質膜部材150等を積層した状態を示す説明図、図7(b)は電解質膜部材150等を積層した状態のラック20を熱して結晶化度を増加させ収縮させた状態を示す説明図である。図7(a)に示すように、工程2で形成されたラック20は、電解質膜部材150等に形成された凸部115等を容易に嵌め込むことができ、かつ電解質膜部材150等を容易に積層することができるように嵌合穴22等の大きさおよび各嵌合穴22の間隔が調整されて形成されているので、ラック20に電解質膜部材150等を容易に積層することができる。工程2で形成されるラック20としては、嵌合穴22が、丁度電解質膜部材150の凸部115の大きさで、隣接する電解質膜部材150をわずかに押圧する間隔(弾性接着剤190がわずかに押圧される間隔)であるのが望ましい。

【0036】こうしたラック20に熱を加えて熱硬化性樹脂の結晶化度を増加させると、図7(b)に示すように、各嵌合穴22が収縮して電解質膜部材150の凸部115を押圧し、ラック20と電解質膜部材150との



結合強度を増加させる。また、各嵌合穴 22 の距離が小さくなるので、電解質膜部材 150 の凸部 115 を介して積層体 15 に図中矢印方向の圧力が発生する。この圧力は、積層体 15 内の電解質膜 30 と電極 40 との接触、電極 40 と集電極 50 との接触、集電極 50 とセパレータ 200 または冷却部材 300A、300B との接触を密にするので、燃料電池 10 の内部抵抗は小さくなる。

【0037】なお、ラック 20 の収縮率は、熱硬化性樹脂の種類、工程 2 での射出成型時の金型の温度、工程 4 で結晶化度の増加のためにラック 20 に加えられる温度と時間等により適宜（例えば、0.5%ないし 5%）定まるものである。例えば、ラック 20 の収縮率を 1% とするためには、PPS の場合、射出成型時の金型の温度を 130℃ とし、結晶化度の増加のためにラック 20 に加えられる温度と時間をそれぞれ 220℃ と 3 時間とすればよい。

【0038】また、実施例では、工程 4 でラック 20 を加熱する際、電解質膜 30 に熱損傷や機能低下を与えないようにするために、燃料電池 10 の両端に配置されたエンドプレート 430 の冷却孔 434A および 434B に冷却媒体供給装置（図示せず）を取り付け、冷却媒体流路 14A および 14B に冷却媒体供給装置から供給される冷却媒体（例えば、水、空気等）を流すことによって電解質膜 30 が熱損傷や機能低下を生じない温度以下に冷却した。なお、電解質膜 30 が、工程 4 でラック 20 に与えられる温度では、損傷せず、機能低下を生じない材質により形成されたものであれば、加熱の際の冷却が不要なことは勿論である。

【0039】さらに、実施例では、工程 4 でラック 20 を加熱する際、ラック 20 が収縮した後に積層体 15 に作用する圧力に相当する圧力（例えば、300kPa {3.1Kgf/cm<sup>2</sup>} ないし 700kPa {7.1Kgf/cm<sup>2</sup>}）を積層体 15 に加える加圧装置により燃料電池 10 を積層方向に加圧した。この加圧は、上記の冷却媒体を外部に漏出させないためであり、ラック 20 が収縮する際に嵌合穴間に応力を作用させないためであり、さらにラック 20 の収縮後に積層体 15 に作用する積層方向の圧力を均等にするためである。この加圧は、冷却媒体の種類、弾性接着剤 190 のシール力、熱硬化性樹脂の種類等によってその必要性が定まるものである。加圧しない構成でもよいことは勿論である。

【0040】こうして形成された燃料電池 10 は、両端に配置されたエンドプレート 430 に燃料ガス供給装置（図示せず）と冷却媒体供給装置（図示せず）を取り付け、一対の燃料ガス流路 12A を酸化ガスまたは燃料ガスの流入流路および排出流路とし、燃料ガス流路 12B を燃料ガスまたは酸化ガスの流入流路および排出流路として、酸化ガスおよび燃料ガスを流せば、電解質膜 30 を挟んで直交するガス通路 58 に酸化ガスおよび燃料

ガスが流れ、電解質膜 30 の両側に配置された両電極 40 に酸化ガスおよび燃料ガスが供給されて、次式に示す電気化学反応が行なわれ、化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。

【0041】

カソード反応： $2H^{+} + 2e^{-} + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O$

アノード反応： $H_2 \rightarrow 2H^{+} + 2e^{-}$

【0042】また、燃料電池 10 の積層面の対角に位置する二対の冷却媒体流路 14A および 14B の各対の一方の流路を冷却媒体供給装置から供給される冷却媒体（例えば、純水、代替フロン、絶縁油等）の流入流路とし他方の流路をその排出流路として冷却媒体を流すことによって燃料電池 10 が冷却される。

【0043】以上説明した実施例の燃料電池 10 によれば、電解質膜部材 150 等に凸部 115 等を設け、この凸部 115 等を嵌合可能な嵌合穴 22 等をラック 20 に設けたので、電解質膜部材 150 等の凸部 115 等を嵌合穴 22 等に嵌め込んで積層するだけで積層体 15 を精度よく積層することができる。したがって、燃料電池 10 の内部抵抗を小さくすることができ、発電効率を高くすることができる。

【0044】また、低結晶化度の熱硬化性樹脂によりラック 20 を形成し、このラック 20 に電解質膜部材 150 等を積層して燃料電池 10 を組み付けた後に、ラック 20 に熱を加えて結晶化度を増加させてラック 20 に形成された嵌合穴 22 の間隔を積層体 15 に形成される凸部 115 の間隔より小さくしたので、積層体 15 に積層方向に作用する圧力を加えることができる。このため、燃料電池 10 の内部抵抗を小さくするために特別な加圧手段を設ける必要がなく、燃料電池 10 を小型化することができる。また、ラック 20 に形成された複数の嵌合穴 22 と電解質膜部材 150 の凸部 115 とを介して圧力が積層体 15 に作用するので、電解質膜部材 150 等に作用する面圧を均一にすることができる。

【0045】さらに、ラック 20 の結晶化度を増加させて嵌合穴 22 等を収縮させるので、嵌合穴 22 等と電解質膜部材 150 の凸部 115 等との結合強度を強くして一体化することができる。ラック 20 により積層体 15 を挟持するので、燃料電池 10 が車両等に搭載されても、振動等によりずれたり振れたりするのを防止することができる。

【0046】この他、工程 4 でラック 20 を加熱する際、燃料電池 10 を冷却する構成とすれば、電解質膜 30 が、ラック 20 に加えられる温度で熱損傷または機能低下を生じる材質により形成されていても、電解質膜 30 の熱損傷および機能低下を防止することができる。また、工程 4 でラック 20 を加熱する際、燃料電池 10 を加圧装置により加圧する構成とすれば、燃料電池 10 を冷却する冷却媒体の漏出およびラック 20 が収縮する際

に嵌合穴間に作用する応力の発生を防止することができ、ラック 20 の収縮後に積層体 15 に作用する積層方向の圧力を均一にすることができる。

【0047】実施例では、総ての電解質膜部材 150 に凸部 115 を設けたが、複数個に 1 個の割合で凸部 115 を設ける構成でも差し支えない。また、凸部の形状は、図 8 に示した電解質膜部材 150 A のように一辺につき 2 つの凸部 115 A を形成する構成の他、複数の凸部を形成する構成も好適である。この場合、ラック 20 の嵌合穴も電解質膜部材 150 A の凸部 115 A に合わせた形状（2 つの嵌合穴等）とする（図示せず）。実施例では、電解質膜部材 150 に凸部 115 を形成し、ラック 20 に嵌合穴 22 を形成したが、電解質膜部材 150 に嵌合穴を形成し、ラック 20 に凸部を形成する構成も好適である。

【0048】実施例では、弾性接着剤 190 を用いたが、弾性接着剤 190 に代えてシリコン系やゴム系の面パッキンあるいは樹脂フィルムを用いる構成でも差し支えない。また、実施例では、単電池と冷却部材を 3 対 1 の割合で積層したが、如何なる割合で積層する構成も好適である。また、冷却部材 300 A および 300 B を備えない構成でもかまわない。

【0049】実施例では、燃料電池 10 の製造工程で、ラック 20 を除く各部材を形成（工程 1）した後に、低結晶化度の熱硬化性樹脂によりラック 20 を形成（工程 2）したが、ラック 20 を形成した後に各部材を形成する構成、ラック 20 と各部材を平行して形成する構成も好適である。

【0050】実施例では、板状の 2 つのラック 20 により積層体 15 を挟持する構成としたが、図 9 に示すように断面が「L」字形のラック 20 A を用いる構成も好適である。以下にこの「L」字形のラック 20 A を有する燃料電池について説明する。なお、この燃料電池を構成する集電極 50、セパレータ 200、ターミナル 410、絶縁プレート 420 については、燃料電池 10 を構成するセパレータ 200 等と同一であり、燃料電池を構成する電解質膜部材 150 A、冷却部材 300 A および 300 B A、エンドプレート 430 A については、3 つの凸部を有する点を除いて燃料電池 10 を構成する電解質膜部材 150 等と同一なので、燃料電池 10 を構成する部材または部分と同一の部材または部分には同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0051】「L」字形のラック 20 A を有する燃料電池は、ラック 20 A に電解質膜部材 150 A 等を積層し、ラック 20 と同一形状の図示しないラックを図中上部から取り付けて構成される。図示するように、ラック 20 A は、2 つの板状部材 21 A および 21 B を、その長手方向の縁で 90 度となるよう接合して断面を「L」字形とした形状をしている。板状部材 21 A および 21 B の内角側の面には、ラック 20 に形成された嵌合穴 2

2、24、26 と同一の嵌合穴 22、24、26 が同一の配列で形成されている。

【0052】電解質膜部材 150 A、冷却部材 300 A A および 300 B A、エンドプレート 430 A には、それぞれ 3 つの凸部 115 A、315 A、435 A が形成されている。この凸部 115 A、315 A、435 A は、燃料電池 10 を構成する各部材に形成された凸部 115、315、435 に比しての長手方向の長さが凸部 115 A 等の突き出た方向の長さの 2 倍だけ短く形成されている。凸部 115 A 等の長手方向の長さを燃料電池 10 の凸部 115 等より短く形成するのは、「L」字形のラック 20 A の嵌合穴 22 等に電解質膜部材 150 A 等を容易に嵌め込むためである。即ち、凸部 115 A 等の長手方向の長さを嵌合穴 22 等に丁度嵌合する長さにとすると、電解質膜部材 150 A 等をラック 20 A に嵌め込めなくなるからである。このため、電解質膜部材 150 A 等を積層した後のラック 20 A の嵌合穴 22 等の長手方向の両端には隙間が生じるが、電解質膜部材 150 A とセパレータ 200 等を弾性接着剤 190 で接着して積層体を一体化していることと、およびラック 20 A の結晶化度の増加の工程に伴いラック 20 A と電解質膜部材 150 A 等との結合強度が増加することにより、電解質膜部材 150 A 等がずれることはない。

【0053】以上説明した「L」字形のラック 20 A を有する燃料電池によれば、「L」字形のラック 20 A を用いたことにより、燃料電池の振れやずれに対する強度を更に向上させることができる。

【0054】次に、本発明の第 2 実施例の燃料電池 10 B について、図 10 に基づき説明する。図 10 は、第 2 実施例の燃料電池 10 B の構造を例示した説明図である。第 2 実施例の燃料電池 10 B を構成する各部材は、第 1 実施例の燃料電池 10 を構成する各部材と同一の材料により形成されており、凸部の形状を除いて同一の形状をしている。したがって、同一の部材および同一の部分については同一の符号を付してその説明を省略する。

【0055】図示するように、燃料電池 10 B は、電池モジュール 450 A と電池モジュール 450 B とをラック 20 B に積層し、この両端にターミナル 410、絶縁プレート 420、エンドプレート 430 を取り付け、更に図示しないラック 20 B を図中上部から取り付けて構成される。

【0056】電池モジュール 450 A は、図中右側からセパレータ 200、電解質膜部材 150 B B、セパレータ 200 B、電解質膜部材 150 B、セパレータ 200 B、電解質膜部材 150 B、冷却部材 300 A B を積層して構成される。電解質膜部材 150 B および 150 B B とセパレータ 200 B および 200 B B との間には、図示しないが、燃料電池 10 の集電極 50 と同一の集電極が配置されている。電池モジュール 450 A を構成するこれらの各部材は、凸部の形状を除いて燃料電池 10

を構成する各部材と同一の形状をしている。各部材に形成されている凸部 115B, 115BB, 215B および 315B は、電池モジュール 450A を構成したときにそれぞれ整合し、全体として凸部 455 を形成する。また、各電解質膜部材と各セパレータおよび電解質膜部材 150B と冷却部材 300AB は、弾性接着剤 190 により接着されており、電池モジュール 450A は一体となっている。

【0057】電池モジュール 450B は、冷却部材 300BB を除いて電池モジュール 450A と同一の部材で構成されている。冷却部材 300BB は、凸部 315B を除いて第 1 実施例の冷却部材 300B と同一の形状をしており、凸部 315B は、冷却部材 300AB の凸部 315B と同一の形状をしている。

【0058】ラック 20B は、燃料電池 10 のラック 20 と同一の材料により形成されている。図示するように、ラック 20B には、ラック 20 と同一形状の 2 つ嵌合穴 26 が同一の位置に形成されており、両端の嵌合穴 26 の間には、電池モジュール 450A および 450B に形成された凸部 455 を嵌合可能な複数の嵌合穴 22B が形成されている。

【0059】第 2 実施例の燃料電池 10B は、図 5 に例示した工程図の工程 1 を「ラック 20B を除く各部材の形成し、電池モジュールを組み付ける工程」に代えたものに基づいて製造される。即ち、まず、ラック 20B を除く電解質膜部材 150B, セパレータ 200, 冷却部材 300A 等の各部材を上述のように形成し、これら形成した各部材により電池モジュール 450A および 450B を組み付ける（工程 1）。次に、電池モジュール 450A および 450B に形成された凸部 455 を容易に嵌め込むことができ、かつ電池モジュール 450A および 450B を容易に積層することができるように嵌合穴 22B の大きさおよび各嵌合穴 22B の間隔を調整したラック 20B を低結晶化度の熱硬化性樹脂により形成する（工程 2）。この低結晶化度の熱硬化性樹脂によるラック 20B は、例えば PPS により形成するものとすれば、第 1 実施例におけるラック 20 を PPS により形成した場合と同様に形成することができる。

【0060】次に、このラック 20 に形成された嵌合穴 22B, 26 に、電池モジュール 450A および 450B の凸部 455, エンドプレート 430 の凸部 435 を嵌め込んで積層し、もう一方のラック 20B（図示せず）を図 10 中上部から取り付けて燃料電池 10B を組み付ける（工程 3）。このとき、電池モジュールのセパレータに弾性接着剤 190 を塗布し、先に積層された電池モジュールの冷却部材に接着する。こうして組み付けた燃料電池 10B のラック 20B に熱を加えて結晶化度を増加させ（工程 4）、燃料電池 10B を完成する。このラック 20B も熱硬化性樹脂により形成されているので、第 1 実施例のラック 20 と同様に結晶化度の増加に

伴い収縮する。嵌合穴 22B の収縮によりラック 20B と電池モジュール 450A および 450B との結合強度が増加し、隣接する嵌合穴 22B の距離が小さくなることにより電池モジュール 450A および 450B の凸部 455 を介して燃料電池 10B に積層方向の圧力が加えられる。

【0061】こうして構成された燃料電池 10B は、エンドプレート 430 に燃料ガス供給装置（図示せず）と冷却媒体供給装置（図示せず）とを取り付け、酸化ガスおよび燃料ガスを流せば、電解質膜 30 の両側に配置された両電極 40 に酸化ガスおよび燃料ガスが供給されて、上述した電気化学反応が行なわれ、化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。

【0062】以上説明した燃料電池 10B によれば、電池モジュール 450A および 450B を形成した後に、電池モジュール 450A および 450B を積層するので、燃料電池 10 を容易に積層にすることができる。また、電池モジュール毎に接触抵抗等の性能を調整することが可能なので、燃料電池 10B の性能を高くすることができ、燃料電池 10B 毎の性能のバラツキを低くすることができる。この他、第 1 実施例の燃料電池 10 が奏する効果と同一の効果を奏する。

【0063】次に本発明の好適な第 3 の実施例としての燃料電池 10C、図 11 に基づき説明する。図 11 は、第 3 実施例の燃料電池 10C の構造を例示した説明図である。第 3 実施例の燃料電池 10C を構成する各部材は、第 1 実施例の燃料電池 10 を構成する各部材と同一の材料により形成されており、ラック 20C および凸部の形状を除いて同一の形状をしている。したがって、同一の部材および同一の部分については同一の符号を付してその説明を省略する。

【0064】図示するように、燃料電池 10C は、電解質膜部材 150C, 150D と、セパレータ 200 と、冷却部材 300CA, 300CB と、集電極 50 とをラック 20C に積層し、その積層端にターミナル 410, 絶縁プレート 420, エンドプレート 430C を取り付け、更に図示しないラック 20C を図中上部から取り付けて構成される。燃料電池 10C は、電解質膜部材 150C と電解質膜部材 150D とが交互に積層されている。

【0065】電解質膜部材 150C は、第 1 実施例の電解質膜部材 150 の凸部 115 に代えて、電解質膜部材 150 を凸部 115 の方向に長くした長方形に形成されており、電解質膜部材 150D は、第 1 実施例の電解質膜部材 150 から凸部 115 を取り除いた正形状に形成されている。また、冷却部材 300CA, 300CB, エンドプレート 430C は、第 1 実施例の冷却部材 300A, 300B, エンドプレート 430 から凸部 315, 435 をそれぞれ取り除いた正形状に形成されている。

【0066】ラック２０Ｃは、第１実施例のラック２０と同一の材料により形成されている。ラック２０Ｃは、図１１に示すように、蓋のない箱状部材として形成されている。箱の底部内側には、ラック２０Ｃの長手方向と直角方向に複数の溝２２Ｃが形成されている。この溝２２Ｃは電解質膜部材１５０Ｃが嵌合可能な幅に形成されている。

【0067】第３実施例の燃料電池１０Ｃは、第１実施例の燃料電池１０の製造工程（図５に例示した工程図）と同様の工程により製造される。即ち、まず、ラック２０Ｃを除く電解質膜部材１５０Ｃ、１５０Ｄ、セパレータ２００、冷却部材３００ＣＡ等の各部材を上述の形状に形成する（工程１）。次に、電解質膜部材１５０Ｃを容易に嵌め込むことができ、かつ電解質膜部材１５０Ｃ等を容易に積層することができるように溝２２Ｃの幅および間隔を調整したラック２０Ｃを低結晶化度の熱硬化性樹脂により形成する（工程２）。この低結晶化度の熱硬化性樹脂によるラック２０Ｃは、例えばＰＰＳにより形成するものとすれば、第１実施例におけるラック２０をＰＰＳにより形成した場合と同様に形成することができる。

【0068】このラック２０Ｃの溝２２Ｃに電解質膜部材１５０Ｃを嵌め込みながら積層し、図示しないもう一方のラック２０Ｃを図１１中上部から取り付けて燃料電池１０Ｃを組み付ける（工程３）。このとき、セパレータ２００に弾性接着剤１９０を塗布し、電解質膜部材１５０Ｃとセパレータ２００等を接着する。こうして各部材を積層して組み付けた燃料電池１０Ｃのラック２０Ｃに熱を加えて結晶化度を増加させる（工程４）。このラック２０Ｃも熱硬化性樹脂により形成されているので、第１実施例のラック２０と同様に結晶化度の増加に伴い収縮する。したがって、溝２２Ｃが収縮することによりラック２０Ｃと電解質膜部材１５０Ｃとの結合強度が増加し、隣接する溝２２Ｃの間隔が小さくなることにより電解質膜部材１５０Ｃを介して燃料電池１０Ｃに積層方向の圧力が加えられる。また、ラック２０Ｃ全体が収縮するので、積層体には、積層方向の圧力の他、積層方向と垂直方向の圧力も加えられ、積層体とラック２０Ｃとの一体化が更に増強される。

【0069】こうして構成された燃料電池１０Ｃは、エンドプレート４３０Ｃに燃料ガス供給装置（図示せず）と冷却媒体供給装置（図示せず）とを取り付け、酸化ガスおよび燃料ガスを流せば、電解質膜３０の両側に配置された両電極４０に酸化ガスおよび燃料ガスが供給されて、上述した電気化学反応が行なわれ、化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。

【0070】以上説明した燃料電池１０Ｃによれば、長方形の電解質膜部材１５０Ｃと正方形の電解質膜部材１５０Ｄとをラック２０Ｃに積層するだけで、精度よく積層することができる。また、電解質膜部材１５０Ｃ

に凸部を設けずに長方形としたので、凸部を形成する構成に比して形状を簡易なものとすることができる。さらに、ラック２０Ｃを箱形にしたので、燃料電池１０Ｃの一体化が更に増強される。この他、第１実施例の効果と同様な効果を奏する。

【0071】次に、本発明の好適な第４の実施例としての燃料電池５００について説明する。図１２は第４実施例の燃料電池５００の外観を例示する斜視図、図１３は燃料電池５００の構造を例示する説明図、図１４は電解質膜部材６５０を構成するフレーム６００Ａおよび６００Ｂの外観斜視図、図１５は燃料電池５００の断面図である。

【0072】図１２に示すように、燃料電池５００は、電解質膜部材６５０とセパレータ７００と冷却部材８００Ａ、８００Ｂとを積層してなる積層体５１５と、積層体５１５の積層方向の両端に配置される２つのターミナル９１０と、ターミナル９１０の外側に配置される２つの絶縁プレート９２０と、絶縁プレート９２０のさらに外側に配置される２つのエンドプレート９３０と、積層体５１５を保持する２つのラック５２０とから構成される。

【0073】積層体５１５は、図１３に示すように、電解質膜部材６５０、集電極５５０、集電極５６０および２つのセパレータ７００からなる単電池と、冷却部材８００Ａまたは８００Ｂとを３対１の割合で積層して形成される。電解質膜部材６５０は、第１実施例の電解質膜部材１５０と同様に、電解質膜（図示せず）と、２つの電極（図示せず）と、フレーム６００Ａおよび６００Ｂ（図１４参照）とから構成され、電解質膜の外縁部をフレーム６００Ａおよび６００Ｂで挟持した状態で接着剤１８０により接着されて一体となっている。電解質膜および電極は、第１実施例の電解質膜３０および電極４０と同一の材料で形成されている。電解質膜は、後述する電解質膜部材６５０の発電孔６１０より一回り大きな矩形形状に形成されている。電極は、この発電孔６１０と同一の矩形形状に形成されている。また、第１実施例の電解質膜３０および電極４０と同様に電解質膜を２つの電極で挟持した状態でホットプレス法により接合されている。

【0074】フレーム６００Ａおよび６００Ｂは、第１実施例のフレーム１００Ａと同一の材料により形成されている。図１４（ａ）に示すように、フレーム６００Ａは、正方形の板状部材に矩形の２つの翼部６１４Ａを接合した形状をしており、フレーム６００Ａの中央には、電解質膜および電極等により形成される発電層を配置する矩形の孔（発電孔）６１０Ａが形成されている。また、フレーム６００Ａの四隅には、積層体５１５を形成した際に積層体５１５を積層方向に貫通する二対の冷却媒体流路１４Ｃおよび１４Ｄをなす円形の孔（冷却孔）６４０Ａが形成されている。翼部６１４Ａと発電孔６１

0Aとの間には、積層体515を積層方向に貫通する燃料ガス流路12Cをなす矩形の燃料孔630Aが形成されている。フレーム600Aの翼部614Aが形成されていない外縁部には、発電孔610Aと外部とを連絡する溝628が形成されている。この溝628が形成されている外縁部の両サイドには凸部612Aが形成されている。

【0075】フレーム600Bは、図14(b)に示すように、フレーム600Aの溝628と後述する溝638、639を除いてフレーム600Aと同一形状をしている。発電孔610Bと燃料孔630Bとの間には、燃料孔630Bの長手方向と垂直に配置された複数の溝638と、複数の溝638の両端に配置され燃料孔630Bから発電孔610Bへ向けてその幅が広がる溝639が形成されている。

【0076】こうして形成されたフレーム600Aと600Bは、フレーム600Aに形成された溝628およびフレーム600Bに形成された溝638が外側を向き、フレーム600Aに形成された2つの燃料孔630Aとフレーム600Bに形成された燃料孔630Bとが整合するように向き合わせ、各フレームの発電孔610Aおよび610Bの周縁部で電解質膜の外縁部を挾持した状態で接着剤180により接着されて電解質膜部材650となる。このとき、フレーム600Aの4つの凸部612Aとフレーム600Bの4つの凸部612Bは、それぞれ整合して電解質膜部材650の4つの凸部615を形成する。なお、同様に各部が整合することにより電解質膜部材650の2つの翼部614、4つの冷却孔640、2つの燃料孔630、発電孔610が形成される。

【0077】集電極550および560は、ポーラスカーボンにより形成されている。図13に示すように、集電極550および560は、矩形の板状部材で、電解質膜部材650の発電孔610に丁度嵌合するよう形成されている。集電極550の発電孔610に嵌合する面には、集電極550の長手方向と垂直な方向に配置された複数のリブ556が形成されている。このリブ556は、電極の表面とで酸化ガスまたは燃料ガスの通路をなすガス通路558を形成する。集電極560の発電孔610に嵌合する面には、集電極560の長手方向と平行に配置された複数のリブ566が形成されている。このリブ566は、電極の表面とで酸化ガスまたは燃料ガスの通路をなすガス通路568を形成する。

【0078】セパレータ700は、ガス不透過カーボンにより形成されている。図13に示すように、セパレータ700は、正方形の板状部材に矩形の2つの翼部714を接合した形状をしており、その四隅には、電解質膜部材650の四隅に設けられた冷却孔640と同一の位置に同一の孔（冷却孔）740が形成されている。また、翼部714の内側には、電解質膜部材650に形成

された燃料孔630と同一の形状の燃料孔730が形成されている。この燃料孔730は、電解質膜部材650の燃料孔630と共に積層体515を積層方向に貫通する燃料ガス流路12Cをなす。

【0079】冷却部材800Aは、ガス不透過カーボンにより形成されており、図13に示すように、正方形の板状部材に矩形の2つの翼部814を接合した形状に形成されている。冷却部材800Aの積層する面の四隅には、電解質膜部材650の四隅に設けられた冷却孔640と同一の位置に同一の孔（冷却孔）840および842が形成されている。また、翼部814の内側には、電解質膜部材650に形成された燃料孔630と同一の形状の燃料孔830が形成されている。この燃料孔830も、電解質膜部材650の燃料孔630と共に積層体515を積層方向に貫通する燃料ガス流路12Cをなす。冷却部材800Aの電解質膜部材650の発電孔610に相当する位置には、他の表面より低い段差部854が形成されており、この段差部854には、複数の平行なリブ856が形成されている。このリブ856は、積層体515とした際に、隣接するセパレータ700とで冷却媒体の通路858を形成する。また、この段差部854は、対角の位置に形成された2つの冷却孔842と2つの溝852で連絡されており、冷却部材800Aは、一方の冷却孔842から冷却媒体が段差部854に流入し、他方の冷却孔842から流出する構成となっている。また翼部814が形成されていない外縁部（図13中の上部と下部）の両サイドには凸部815が形成されている。

【0080】冷却部材800Bは、2つの溝852の配置が異なることを除いて冷却部材800Aと同一の形状をしている。図示しないが、冷却部材800Bでは、冷却部材800Aでは段差部854と連絡されていない対角の位置にある2つの冷却孔840と段差部854とが2つの溝で連絡されている。

【0081】ターミナル910は、第1実施例のターミナル410と同一の材料により、燃料電池500から電力を取り出す出力端子912を除いてセパレータ700と同一の形状に形成されている。また、絶縁プレート920は、第1実施例の絶縁プレート420と同一の材料により、セパレータ700と同一の形状に形成されている。

【0082】エンドプレート930は、第1実施例のエンドプレート430と同一の材料により、正方形の板状部材に矩形の2つの翼部934を接合した形状に形成されている。図13に示すように、翼部934が形成されていない外縁部（図中上部および下部の端部）の両サイドには、凸部935が形成されている。エンドプレート930は、後述するラック520へ積層する際には、セパレータ700における冷却孔740等の孔は形成されていない。なお、積層後、図12に示すように燃料孔9

32等が形成されるが、この燃料孔932等の形成については後述する。

【0083】ラック520は、第1実施例のラック20と同一の材料により形成されている。ラック520は、図13に示すように、蓋のない箱状部材として形成されている。箱の底部521（図15参照）の長手方向の両サイドには段差部522が形成されており、この段差部522には、底部521の長手方向と直角方向に複数の溝524、525が形成されている。溝524は電解質膜部材650の凸部615が嵌合可能な幅に形成されており、溝525は冷却部材800Aおよび800Bの凸部815が嵌合可能な幅に形成されている。この溝524等に電解質膜部材650の凸部615等が嵌め込まれると、図15に示すように、ラック520と電解質膜部材650等とにより積層方向に連通する矩形的空間526が形成される。この空間526は、ラック520の端部形成される後述する燃料孔529より燃料ガスまたは酸化ガスが供給されて燃料ガスまたは酸化ガスの流路となる。

【0084】第4実施例の燃料電池500は、図5に例示した工程図による工程1ないし4の後に、ラック520およびエンドプレート930に燃料孔および冷却孔を形成する工程を経て製造される。即ち、まず、ラック520を除く電解質膜部材650、セパレータ700、冷却部材800A等の各部材を上述の形状に形成する（工程1）。次に、電解質膜部材650に形成された凸部615等を容易に嵌め込むことができ、かつ電解質膜部材650等を容易に積層することができるように溝524および525の幅および間隔を調整したラック520を低結晶化度の熱硬化性樹脂により形成する（工程2）。この低結晶化度の熱硬化性樹脂によるラック520は、例えばPPSにより形成するものとすれば、第1実施例におけるラック20をPPSにより形成した場合と同様に形成することができる。

【0085】このラック520の段差部522に形成された溝524および525に電解質膜部材650の凸部615、冷却部材800Aの凸部815等を順次嵌め込んで積層し、もう一方のラック520を図13中上部から取り付けて燃料電池500を組み付ける（工程3）。このとき、セパレータ700に弾性接着剤190を塗布し、電解質膜部材650とセパレータ700等を接着する。こうして各部材を積層して組み付けた燃料電池500のラック520に熱を加えて結晶化度を増加させる（工程4）。このラック520も熱硬化性樹脂により形成されているので、第1実施例のラック20と同様に結晶化度の増加に伴い収縮する。したがって、溝524および525が収縮することによりラック520と電解質膜部材650等との結合強度が増加し、隣接する溝524の間隔が小さくなることにより電解質膜部材650の凸部615を介して燃料電池500に積層方向の圧力が

加えられる。また、ラック520全体が収縮するので、積層体515には、積層方向の圧力の他、積層方向と垂直方向（図15中の矢印方向）の圧力も加えられる。このため、ラック520の長手方向の側部内側にシール部材を配置すれば空間526を有効にシールすることができる。

【0086】燃料電池500は、この工程4の後にラック520およびエンドプレート930に冷却孔528および燃料孔529、932を形成して完成する。冷却孔528は、図12に示すように、ラック520の長手方向の一方の端部側面の電解質膜部材650に形成されている冷却孔640と整合する位置に形成される。この際、エンドプレート930にも冷却孔528と同一形状の孔が形成され、積層された電解質膜部材650の冷却孔640と冷却孔528とを連絡する。冷却孔528は、ラック520の他端側面の中央下部に、図15に示すラック520と電解質膜部材650等とにより形成される空間526と連絡するよう形成される。燃料孔932は、エンドプレート930の図12中の出力端子912と反対側に、電解質膜部材650の燃料孔630等と連絡するよう形成される。図12中右側に位置するラック520の端部側面（図示せず）にも冷却孔および燃料孔が形成されるが、冷却孔は図中下部に位置するラック520の両サイドに、燃料孔は図中上部に位置するラック520の中央上部とエンドプレート930の出力端子912側とに形成される。

【0087】こうして構成された燃料電池500は、ラック520およびエンドプレート930に形成された燃料孔529、932および冷却孔528に燃料ガス供給装置（図示せず）と冷却媒体供給装置（図示せず）とを取り付け、一对の燃料ガス流路12Cを酸化ガスまたは燃料ガスの流入流路および排出流路とし、燃料ガス流路12Dを燃料ガスまたは酸化ガスの流入流路および排出流路として、酸化ガスおよび燃料ガスを流せば、電解質膜を挟んで直交するガス通路558および568に酸化ガスおよび燃料ガスが流れ、電解質膜の両側に配置された両電極に酸化ガスおよび燃料ガスが供給されて、上述した電気化学反応が行なわれ、化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。

【0088】以上説明した燃料電池500によれば、ラック520に電解質膜部材650等を積層するだけで燃料ガスの流路をなす空間526を形成することができる。このため、燃料電池500を小型化することができる。また、燃料電池500を組み付けた後に、ラック520の結晶化度を増加してラック520を収縮させたので、燃料ガスの流路をなす空間526を有効にシールすることができる。この他、燃料電池500も第1実施例の燃料電池10が奏する効果と同様な効果を奏することは勿論である。

【0089】実施例では、ラック520と積層体515

とにより形成される空間 526 を燃料ガスの流路としたが、冷却媒体の流路とする構成も好適である。また、実施例では、実施例では、電解質膜部材 650 等に翼部 614 等を設けたが、翼部のない構成も好適である。

【0090】以上本発明の実施例について説明したが、本発明はこうした実施例に何等限定されるものではなく、例えば、紫外、赤外等の光あるいは電磁波を照射することにより硬化し収縮する樹脂によりラックを形成する構成など、本発明の要旨を逸脱しない範囲内において、種々なる態様で実施し得ることは勿論である。

【0091】

【発明の効果】以上説明したように本発明の燃料電池によれば、側部材に設けられた被係合部に単電池または電池モジュールに設けられた係合部を係合させて単電池または電池モジュールを積層するだけで、精度の良く積層することができるという優れた効果を奏する。このため、燃料電池を容易に製造することができる。

【0092】請求項 2 記載の燃料電池によれば、側部材に形成された被係合部により単電池または電池モジュールの係合部を介して積層体に積層方向に作用する圧力を加えることができるという優れた効果を奏する。この結果、燃料電池の内部抵抗を小さくすることができる。また、積層体を加圧する特別な加圧手段を設ける必要がないので、燃料電池を小型化することができる。燃料電池の構造を簡易なものとすることができる。

【0093】請求項 3 記載の燃料電池によれば、側部材の隣接する被係合部を、積層体の隣接する係合部の間隔以上として形成し、積層した後に積層体の隣接する係合部の間隔以下に形成するので、容易に積層することができる。もとより、積層体を加圧する特別な加圧手段を設けることなく積層体の積層方向に作用する圧力を加えることができる。

【0094】請求項 4 記載の燃料電池によれば、積層体と側部材が、積層体の積層方向に沿った連通孔を形成するので、燃料ガスまたは酸化ガスあるいは冷却媒体等の流路を容易に形成することができ、燃料電池を小型化することができる。

【0095】本発明の燃料電池の製造方法によれば、側部材に形成された被係合部に単電池または電池モジュールに形成された係合部を係合させて積層するだけで精度よく積層することができ、燃料電池の内部抵抗を小さくすることができる。

【0096】請求項 6 記載の燃料電池の製造方法によれば、側部材の隣接する被係合部を、積層体の隣接する係合部の間隔以上に形成し、積層した後に積層体の隣接する係合部の間隔以下に収縮させるので、容易に積層することができ、積層体を加圧する特別な加圧手段を設けることなく積層体に積層方向に作用する圧力を加えることができる。したがって、燃料電池の内部抵抗を小さくすることができ、燃料電池を小型化することができる。

【0097】請求項 7 記載の燃料電池の製造方法によれば、積層した後に側部材に熱を加えることにより、側部材を硬化させて収縮させることができる。もとより、積層体に積層方向に作用する圧力を加えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施例としての燃料電池 10 の外観を例示する斜視図である。

【図 2】燃料電池 10 の構造を例示する説明図である。

【図 3】電解質膜部材 150 の外観を例示する斜視図である。

【図 4】燃料電池 10 の断面の一部を拡大して示す拡大断面図である。

【図 5】燃料電池 10 の製造の様子を例示する工程図である。

【図 6】セパレータ 200 の弾性接着剤 190 を塗布する位置の一例を示す説明図である。

【図 7】ラック 20 の結晶化度が増加して収縮する様子を例示する説明図である。

【図 8】電解質膜部材 150 の変形例 150A の外観を例示する斜視図である。

【図 9】燃料電池 10 の変形例の構造を例示する説明図である。

【図 10】第 2 実施例の燃料電池 10B の構造を例示する説明図である。

【図 11】第 3 実施例の燃料電池 10C の外観を例示する斜視図である。

【図 12】第 4 実施例の燃料電池 500 の外観を例示する斜視図である。

【図 13】燃料電池 500 の構造を例示する説明図である。

【図 14】電解質膜部材 650 を構成するフレーム 600A および 600B の外観斜視図である。

【図 15】燃料電池 500 の断面図である。

【符号の説明】

10, 10B, 10C…燃料電池

12A, 12B, 12C, 12D…燃料ガス流路

14A, 14B, 14C, 14D…冷却媒体流路

15…積層体

20, 20A, 20B, 20C…ラック

21A, 21B…板状部材

22, 22B, 24, 26…嵌合穴

22C…溝

30…電解質膜

40…電極

50…集電極

56…リブ

58…ガス通路

100A, 100B…フレーム

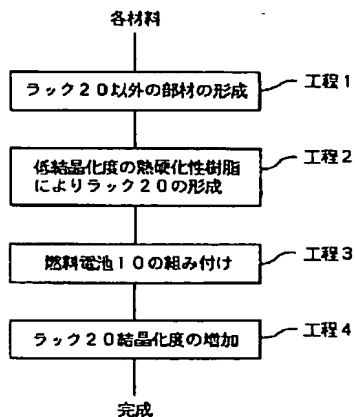
110…発電孔

112…凸部

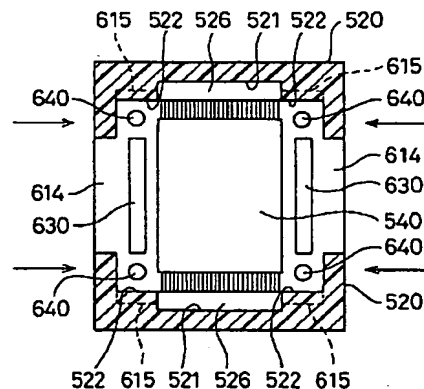
114…凸部  
 115, 315, 435…凸部  
 115A, 315A, 435A…凸部  
 115B, 115BB, 215B…凸部  
 120, 130…燃料孔  
 128…溝  
 135A…燃料孔  
 140…冷却孔  
 150, 150A, 150B, 150BB…電解質膜部材  
 150C, 150D…電解質膜部材  
 180…接着剤  
 190…弾性接着剤  
 200, 200B…セパレータ  
 235…燃料孔  
 240…冷却孔  
 252…溝  
 300A, 300B…冷却部材  
 300AA, 300AB…冷却部材  
 300BA, 300BB…冷却部材  
 300CA, 300CB…冷却部材  
 335…燃料孔  
 340…冷却孔  
 342…冷却孔  
 352…溝  
 354…段差部  
 356…リブ  
 358…通路  
 410…ターミナル  
 412…出力端子  
 420…絶縁プレート  
 430, 430A, 430C…エンドプレート  
 432A…燃料孔

434A, 434B…冷却孔  
 435…凸部  
 450A, 450B…電池モジュール  
 455…凸部  
 500…燃料電池  
 515…積層体  
 520…ラック  
 521…底部  
 522…段差部  
 524, 525…溝  
 526…空間  
 528…冷却孔  
 529, 932…燃料孔  
 550, 560…集電極  
 556, 566…リブ  
 558, 568…ガス通路  
 600A, 600B…フレーム  
 614…翼部  
 615…凸部  
 650…電解質膜部材  
 700…セパレータ  
 714…翼部  
 800A, 800B…冷却部材  
 814…翼部  
 815…凸部  
 910…ターミナル  
 912…出力端子  
 920…絶縁プレート  
 930…エンドプレート  
 932…燃料孔  
 934…翼部  
 935…凸部

【図5】



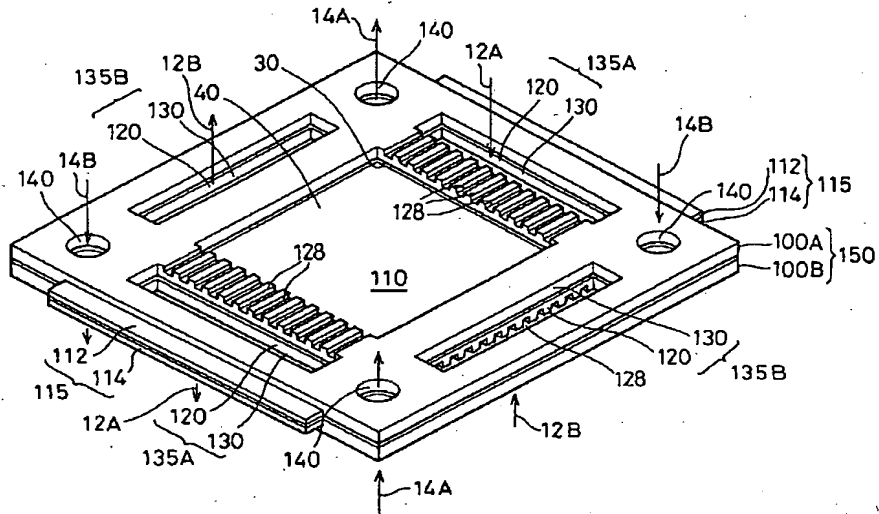
【図15】



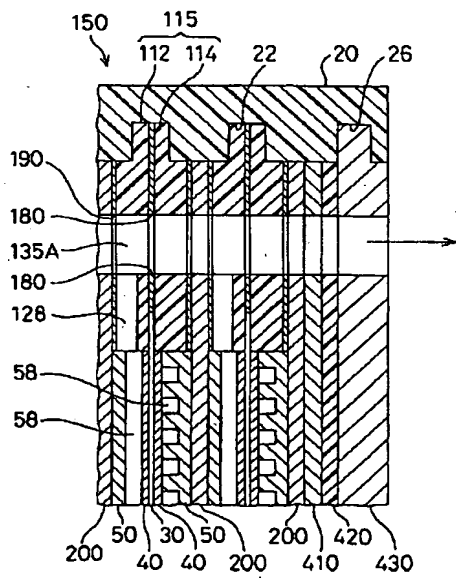




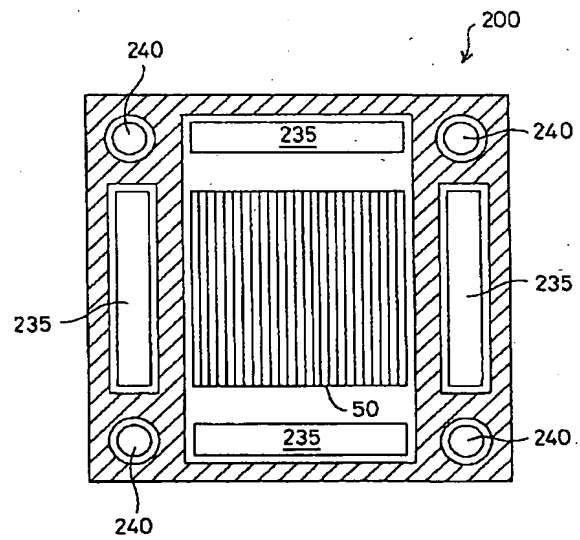
【圖 3】



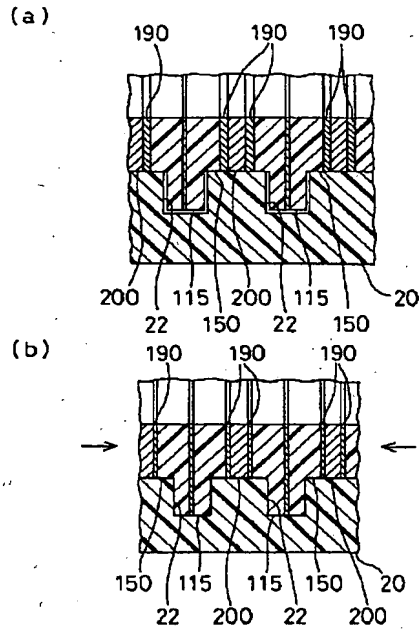
【圖 4】



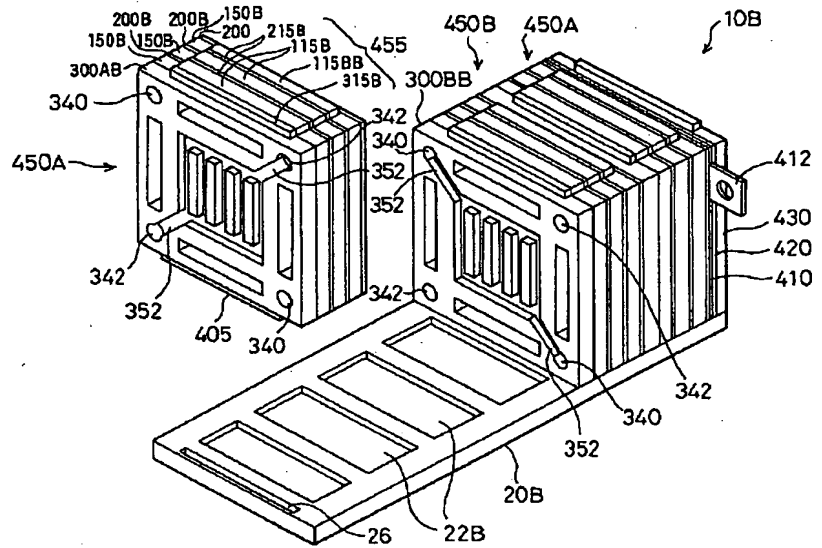
【圖 6】



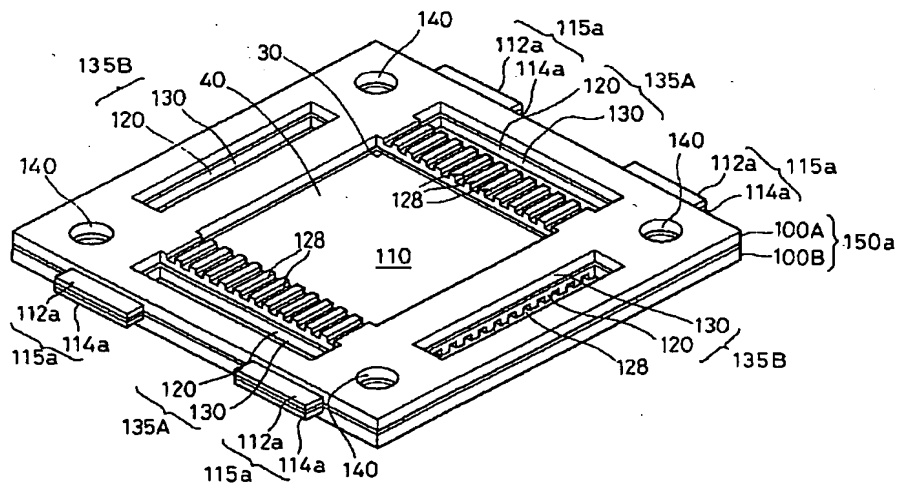
【图7】



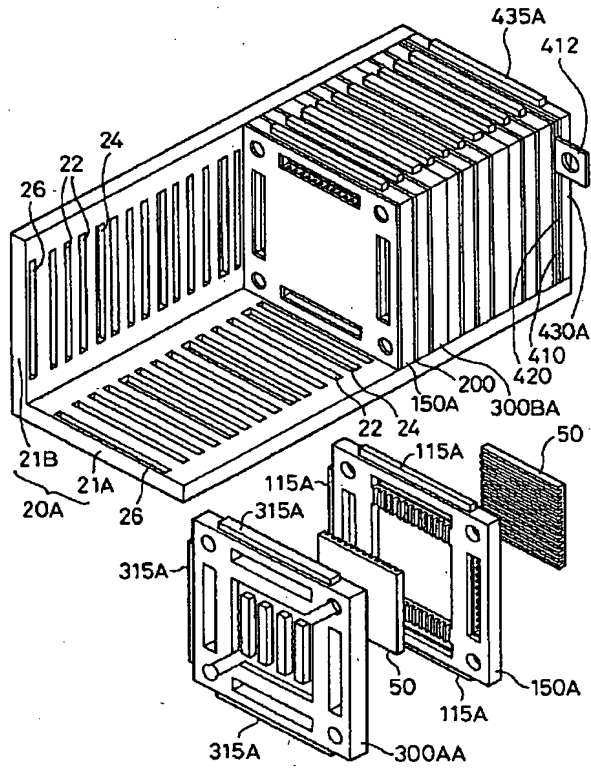
【図 10】



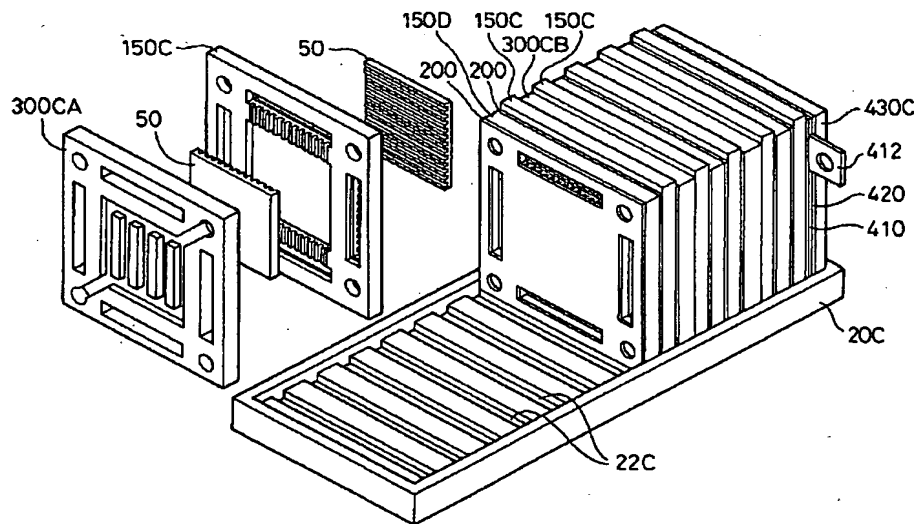
【图 8】



【図 9】



【図 11】





【圖 1 4】

